2P249

分子機械の数理モデル

○松浦 弘幸¹、中野 正博² (¹ 政策研究院、² 産医大)

1. 神経細胞膜のカルシウムイオンチャンネルやナトリウムイオンチャンネルに、ナイキスト定理に基づく熱ノイズ電流を加える。この時の挙動をハックスレー・ホジキンスの式を摂動法により近似的解析解を求めると、ナトリウムのゲートのコンダクタンスが計算できる。この結果は、神経細胞のイオンチャンネルの伝導度が、熱ノイズ電流と確率共鳴現象を起こし変化することが示された。2. イオン性流体モータは、べん毛モータの寸法を持つ、プロトン拡散力がローレンツ力を発生させることにより回転するナノマシンモータである。回転子の角速度は $10E3\text{rad/s}$ であり実際の細菌と同等の回転数を誇る事が予想される。このモータは、回転子が空気中または水中等の外部環境を問わずに動作可能であり、また回転子軸が傾斜していても動作できる。また、回転子が水中に存在する場合には、水が潤滑剤となり摩擦が少なく、効率 は分子モータ程度と予測される。回転力の発生に電場を使用しないために、電解質の電気分解が起らず生体内でも安全である。また、このモータの動作を逆転させればナノ発電機となりナノ物質合成に利用できる可能性がある(知的財産権取得済み)。3. 筋肉のアクチンミオシン系は、ATP の加水分解で放出された熱エネルギーが、水分子の運動エネルギーに変換され、この水分子がミオシン頭部に衝突することにより、ミオシン頭部が固有振動を起こし、これがレールの役目をするアクチンと相互作用をすることで滑りが生じるという数理モデルである。このモデルは、ミオシン頭部がミオシン束に付着する部分のスプリングロッドが傾いていることより Stochastic Inclined Rods Model(SIRM) と名づけられた。

H Matsuura and M Nakano : Physical Models of Molecular Machine

2P250

生体超分子システムとシステム原理：生命理解と生命創成の早期実現を目指す一概念

○吉村 哲郎 (三重大・工・分子生物工)

ヒトゲノムプロジェクトがほぼ完了した今日、分子生物学的研究は怒濤の如く進展し、蛋白質の構造と機能の全容が明らかになる日も遠くない。しかしながら、それら役者が揃ったとしても生命現象の解明には程遠いと予想され、要素還元的アプローチのみでは力不足で、複雑系における方法論としての構成的アプローチの重要性が指摘されている。数年前我々は、生命理解の要として「生体超分子システム」なる概念を提案し、その後我々は、生体超分子システム及び複雑系の概念を基にして、生体膜の構造及び機能について調査・考察を試みてきた。その結果、脂質二重層膜は典型的な複雑系であり、生体膜系は、情報伝達、膜透過、小胞輸送、エネルギー変換等のシステムに代表されるように、脂質二重層膜に蛋白質が加わった離合集散を伴う超分子システムであると考察された。さらに我々は、これらのシステムにおける、リガンド-受容体間相互作用駆動 GTP/GDP サイクル、シグナルペプチド/チャンネル介在型膜透過、蛋白質の離合集散による出芽と融合、電子伝達による H^+ ポンプ駆動に代表されるように、各機能に固有のシステム原理が存在するという示唆を得た。一方我々は、生体膜融合機能に関し、膜融合に関与する蛋白質には膜貫通型と水溶性膜結合型が存在すること、しかしこれらの蛋白質による膜融合誘起機構には共通の機構すなわちシステム原理が存在すること、膜貫通型による膜融合形態は水溶性膜結合型による膜融合形態の進化した結果であり、システム原理のみが進化の過程で保存されてきた可能性が高いことを指摘した。このようにみえてくると、生体超分子システム及びシステム原理なる観点は生物機能全般に通じると考えられ、システム原理を明らかにすれば生命現象の理解がより容易になり、人工生命の創成がより早期に実現できると予想される。

T. Yoshimura : Supramolecular biosystems and system-specific principles as concepts for earlier understanding and construction of life